

**Industry
Canada
CRC**

**CONTRÔLEUR NUMÉRIQUE À
CANAUX MULTIPLES POUR DIODES LASERS**

par

**Claude Bélisle, Réjean Lapointe,
John Oldham et André Tanguay**



DTIC QUALITY INSPECTED 4

CRC REPORT NO. 96-009

**November 1996
Ottawa**

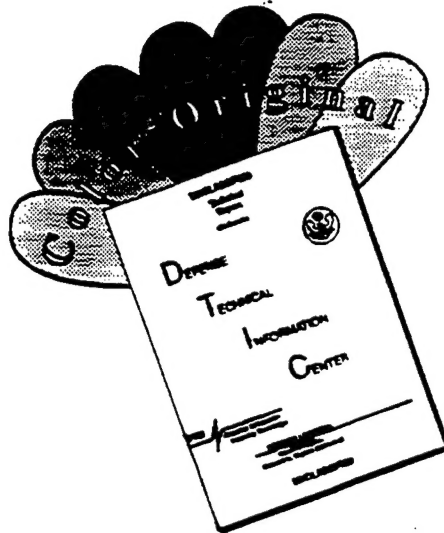


**Industry Industrie
Canada Canada**

19970407 068

Canada

DISCLAIMER NOTICE



THIS DOCUMENT IS BEST QUALITY AVAILABLE. THE COPY FURNISHED TO DTIC CONTAINED A SIGNIFICANT NUMBER OF COLOR PAGES WHICH DO NOT REPRODUCE LEGIBLY ON BLACK AND WHITE MICROFICHE.

**Contrôleur numérique à canaux multiples
pour diodes lasers**

par

**Claude Bélisle, Réjean Lapointe,
John Oldham et André Tanguay**

COMMUNICATION RESEARCH CENTRE, INDUSTRY CANADA
CRC REPORT NO. 96-009

Canada

November 1996
Ottawa

RÉSUMÉ

Le présent rapport constitue le manuel d'opération du contrôleur numérique pour diodes lasers, conçu et fabriqué au C.R.C. Ce rapport décrit à la fois la partie hardware et la partie software du contrôleur.

Le contrôleur permet d'asservir, en température et en courant ou puissance, jusqu'à cent lasers simultanément. L'ensemble est construit autour d'un contrôleur maître qui communique l'information entre l'utilisateur et les contrôleurs esclaves associés à chacun des lasers. Un écran à cristaux liquides, un clavier ainsi qu'un bouton rotatif servent d'interface entre l'utilisateur et le contrôleur. Des microcontrôleurs MC68HC11 de Motorola sont utilisés sur la carte maître et les cartes esclaves.

Le courant d'injection peut être ajustée entre 0.00 mA à 200.00 mA avec une résolution de 50 μ A. La puissance peut être contrôlée de 0.00 mW à 40.95 mW avec une résolution de 50 μ W, tandis que la température peut être stabilisée entre 10.0°C à 35.5°C avec une résolution de $\pm 0.05^\circ\text{C}$.

Les contrôles de température et de puissance se font par asservissement numérique. Le microcontrôleur, par l'intermédiaire de convertisseurs analogiques/numériques lit la température et la puissance, interprète les résultats et commande le courant d'une cellule thermoélectrique à effet Peltier et le courant d'injection de la diode laser pour effectuer les ajustements. Les courants d'injection des diodes lasers sont stabilisés de façon analogique.

ABSTRACT

The present report represents the operating manual of the digital laser diode controller designed and fabricated at CRC. This report describes both the hardware and software of the controller.

The unit allows the control of the temperature and current or power of up to one hundred lasers simultaneously. The system is built around a master controller which communicates the information between the user and slave controllers associated to the lasers. A liquid crystal display, a keypad and a rotary knob provide the user-controller interface. Microcontrollers, Motorola HC68HC11, are used on the master and slave controllers.

The laser current may be adjusted from 0.00 mA to 200.0 mA with a 50 mA resolution. The optical power may be controlled from 0.00 mW à 40.95 mW with a 50 mW resolution. The temperature may be stabilized from 10.0°C à 35.5°C with a $\pm 0.05^\circ\text{C}$ resolution.

The temperature and power controls are done digitally. The microcontroller, through analog-to-digital converters, reads the temperature and power, analyze the results and set the current to a thermo-electric Peltier cell and to the laser diode injection current. The laser current is stabilized using an analog feedback loop.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Les lasers à semi-conducteurs, appelés également diodes lasers, sont de plus en plus utilisés dans une grande variété d'applications, en télécommunication, en contrôle, et même dans les systèmes de divertissement tel les disques optiques. L'intensité lumineuse produite par ces lasers est proportionnelle au courant électrique appliqué. Il est donc important de pouvoir contrôler ce courant pour conserver une puissance de sortie spécifique et constante. Dans certaines applications, comme en télécommunication ou en contrôle, le courant doit être contrôlé avec une très grande précision. De plus, une quantité importante de l'énergie fournie sous forme de courant électrique, est convertie en chaleur, plutôt qu'en lumière. Un contrôle de température est donc également requis afin de prolonger la vie utile de ces lasers.

Il existe présentement des contrôleurs commerciaux pouvant contrôler le courant et la température de lasers à semi-conducteurs. Ces contrôleurs sont cependant soit très dispendieux, soit qu'ils ne peuvent contrôler qu'un laser à la fois, ou qu'ils offrent une précision très limitée. À l'intérieur d'un de nos projets de développement technologique, un contrôleur pouvant contrôler le courant ou la puissance lumineuse et la température d'une multitude de lasers était requis. Le coût du produit et la précision du contrôle étaient deux critères essentiels au développement.

Le présent rapport fait état d'un contrôleur numérique développé au CRC permettant le contrôle de la température du courant ou de la puissance d'une centaine de lasers. Une construction modulaire a permis de minimiser les coûts de production du système. Un transfert technologique vers une compagnie privée pour la production et la commercialisation de ce produit est possible, voire même souhaitable.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
SOMMAIRE EXÉCUTIF	v
TABLE DES MATIÈRES.....	vii
LISTE DE FIGURES.....	ix
REMERCIEMENTS	xi
1.0 INTRODUCTION.....	1
1.1 SCHÉMA BLOC.....	1
1.2 DESCRIPTION SOMMAIRE DU SYSTÈME	1
1.2.1 Contrôleur maître.....	1
1.2.2 Contrôleur esclave	2
2.0 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES.....	5
2.1 CARACTÉRISTIQUES.....	5
2.2 ALIMENTATIONS ÉLECTRIQUES	5
3.0 CONFIGURATION DU SYSTÈME.....	6
3.1 CARTE CONTRÔLEUR MAÎTRE	7
3.2 CARTE DE DISTRIBUTION	8
3.3 CARTE LASER.....	8
3.4 CARTE CONTRÔLEUR ESCLAVE.....	9
4.0 PROCÉDURE D'OPÉRATION DU CONTRÔLEUR.....	11
4.1 MISE SOUS TENSION DU CONTRÔLEUR MAÎTRE	11
4.2 ACQUISITION DES DONNÉES DE CONTRÔLE	12
4.3 MESSAGES D'ALARME ET VOYANTS LUMINEUX	14
5.0 PROCÉDURES DE CALIBRATION.....	16
5.1 PRÉCAUTIONS À PRENDRE AVANT LA CALIBRATION.....	16
5.2 PROCÉDURES DE CALIBRATION POUR LE CONTRÔLEUR ESCLAVE	16
6.0 PROTOCOLE DE COMMUNICATION.....	18
6.1 INTERFACE.....	18
6.2 FORMAT DE COMMUNICATION.....	18
CONCLUSION	23
ANNEXE A SCHÉMAS DU CONTRÔLEUR.....	A.1
A.1 SCHÉMA DU CONTRÔLEUR MAÎTRE	A.2
A.2 SCHÉMA DU CONTRÔLEUR ESCLAVE POUR UN LASER DE TYPE N (ANODE LASER - CATHODE DÉTECTEUR COMMUNS)	A.3

A.3	SCHÉMA DU CONTRÔLEUR ESCLAVE POUR UN LASER DE TYPE C (CATHODE LASER - CATHODE DÉTECTEUR COMMUNS)	A.4
A.4	SCHÉMA DE LA PARTIE CONTRÔLE DE TEMPÉRATURE DU CONTRÔLEUR ESCLAVE	A.5
A.5	SCHÉMA DE LA CARTE LASER DU MODULE ESCLAVE	A.6
A.6	SCHÉMA DE LA CARTE DE DISTRIBUTION	A.7
ANNEXE B LISTE DE MATÉRIEL		B.1
B.1	LISTE DE MATÉRIEL POUR LE CONTRÔLEUR MAÎTRE	B.1
B.2	LISTE DE MATÉRIEL POUR LE CONTRÔLEUR ESCLAVE	B.2
B.3	LISTE DE MATÉRIEL POUR LA CARTE LASER	B.4
B.4	LISTE DE MATÉRIEL POUR LA CARTE DE DISTRIBUTION	B.5

LISTE DE FIGURES

Figure 1 Architecture générale du contrôleur laser. Le contrôleur maître peut asservir jusqu'à cent contrôleurs esclaves	2
Figure 2. Photo montrant le contrôleur numérique tel que construit au CRC	3
Figure 3 Photo montrant une unité esclave.	4
Figure 4 Configuration du système. Les cartes esclave et laser sont reliées au contrôleur maître par la carte de distribution.	6
Figure 5 Connections pour une alimentation de +8V / 300mA et de -15V / 20 mA.	7
Figure 6 Configuration du système pour une alimentation +5V / 300 mA et -12V / 20 mA.	7
Figure 7 Schéma de la carte de distribution	8
Figure A.1 Schéma du contrôleur maître	A-2
Figure A.2 Schéma du contrôleur esclave pour un laser de type N (Anode laser - Cathode détecteur communs).....	A-3
Figure A.3 Schéma du contrôleur esclave pour un laser de type C (Cathode laser - Cathode détecteur communs).....	A-4
Figure A.4 Schéma de la partie contrôle de température du contrôleur esclave.	A-5
Figure A.5 Schéma de la carte laser du module esclave.	A-6
Figure A.6 Schéma de la carte de distribution	A-7

REMERCIEMENTS

Ce projet fût exécuté à l'intérieur du programme de recherche sur les communications militaires par satellites; projet subventionné par le ministère de la Defense Nationale. L'Agence Spatiale Canadienne a également apporté un support considérable et une contribution financière importante.

1.0 INTRODUCTION

Les lasers à semi-conducteurs, appelés également diodes lasers, sont de plus en plus utilisés dans une grande variété d'applications, en télécommunication, en contrôle, et même dans les systèmes de divertissement tel les disques optiques. L'intensité lumineuse produite par ces lasers est proportionnelle au courant électrique appliqué. Il est donc important de pouvoir contrôler ce courant pour conserver une puissance de sortie spécifique et constante. Dans certaines applications, comme en télécommunication ou en contrôle, le courant doit être contrôlé avec une très grande précision. De plus, une quantité importante de l'énergie fournie sous forme de courant électrique, est convertie en chaleur, plutôt qu'en lumière. Un contrôle de température est donc également requis afin de prolonger la vie utile de ces lasers.

Il existe présentement des contrôleurs commerciaux pouvant contrôler le courant et la température de lasers à semi-conducteurs. Ces contrôleurs sont cependant soit très dispendieux, soit qu'ils ne peuvent contrôler qu'un laser à la fois, ou qu'ils offrent une précision très limitée. À l'intérieur d'un de nos projets de développement technologique, un contrôleur pouvant contrôler le courant ou la puissance lumineuse et la température d'une multitude de lasers était requis. Le coût du produit et la précision du contrôle étaient deux critères essentiels au développement.

Le présent rapport fait état d'un contrôleur numérique développé au CRC permettant le contrôle de la température du courant ou de la puissance d'une centaine de lasers. Dans le chapitre 1, une description sommaire du système est présentée. Au chapitre 2, les spécifications techniques sont énumérées tandis qu'au chapitre 3, la configuration du système est décrite. Au chapitres 4 et 5, la procédure d'opération et de calibration sont décrites respectivement. Le protocole de communication est décrit au chapitre 6. En annexes, les schémas électriques et la liste du matériel sont fournis.

1.1 Schéma bloc

Le contrôleur fonctionne sur le principe du maître et de l'esclave tel qu'illustré à la figure 1. Un contrôleur maître peut asservir jusqu'à cent contrôleurs esclaves. Chaque contrôleur esclave est constitué de deux cartes superposées dont l'une contient les circuits de contrôle et l'autre contient le bloc d'alimentation et le laser (lorsqu'utilisé à l'interne).

Une photo du système tel que construit au CRC est présentée à la figure 2. La figure 3 montre une vue d'une unité esclave. Jusqu'à cent unités esclaves peuvent être contrôlées par le système.

1.2 Description sommaire du système

1.2.1 Contrôleur maître

Le contrôleur maître, gère un écran à cristaux liquides, un clavier 16 touches et un encodeur optique. Il est également responsable de la communication bidirectionnelle des données de contrôle et d'état de chaque laser entre le maître et les esclaves. C'est à partir du contrôleur maître que les paramètres de contrôle pour chaque laser sont acquis. Ces données sont sauvegardées dans la mémoire non-volatile du maître afin de garder l'information lorsque l'appareil est hors tension. Lorsqu'il n'y a pas de données à acquérir, le contrôleur maître affiche l'état de 14 lasers simultanément.

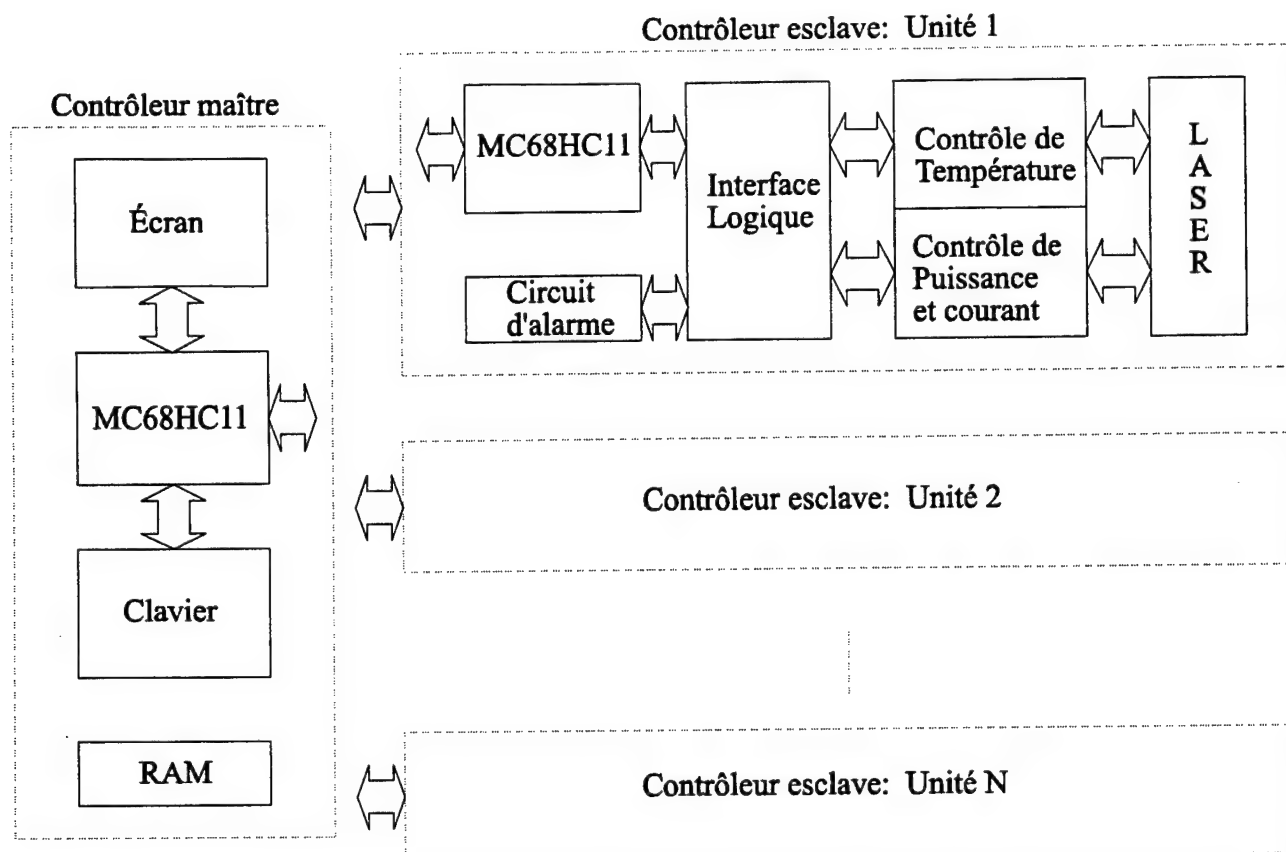


Figure 1 Architecture générale du contrôleur laser. Le contrôleur maître peut asservir jusqu'à cent contrôleurs esclaves

1.2.2 Contrôleur esclave

Chaque contrôleur esclave possède son propre microcontrôleur. À l'aide des données reçues du contrôleur maître, il contrôle la température du bloc laser, et soit le courant d'alimentation de la diode laser ou la puissance optique de sortie, selon le mode de contrôle désiré. De plus, il est muni d'un système de détection de niveau qui engendre trois types d'alarme; haute température, haut courant d'injection et haute puissance optique.

Chacune des trois alarmes active un voyant lumineux sur le panneau avant du contrôleur esclave, désactive le courant d'injection de la diode et envoie un signal au maître lui indiquant la raison de la désactivation.

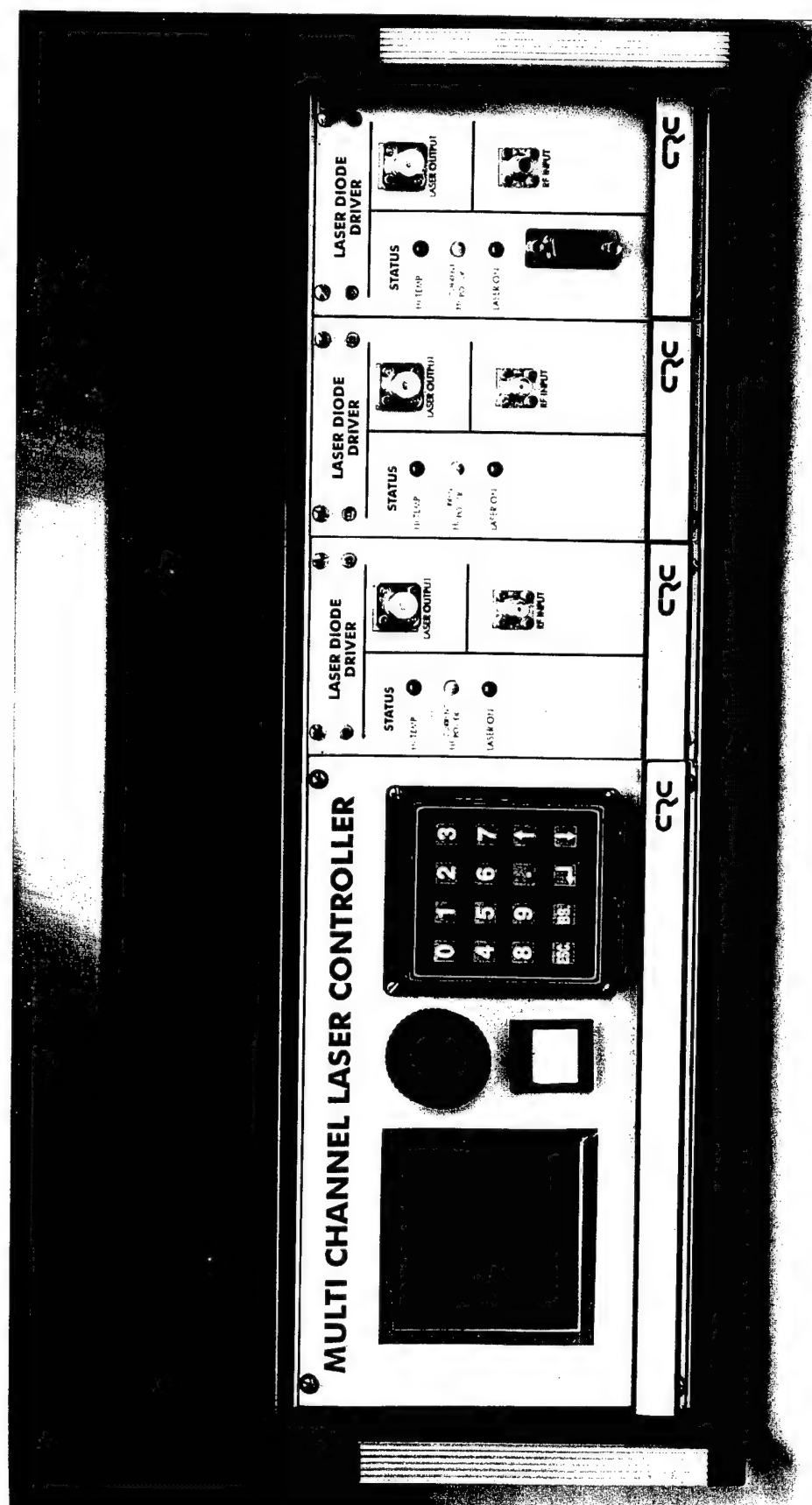


Figure 2. Photo montrant le contrôleur numérique tel que construit au CRC

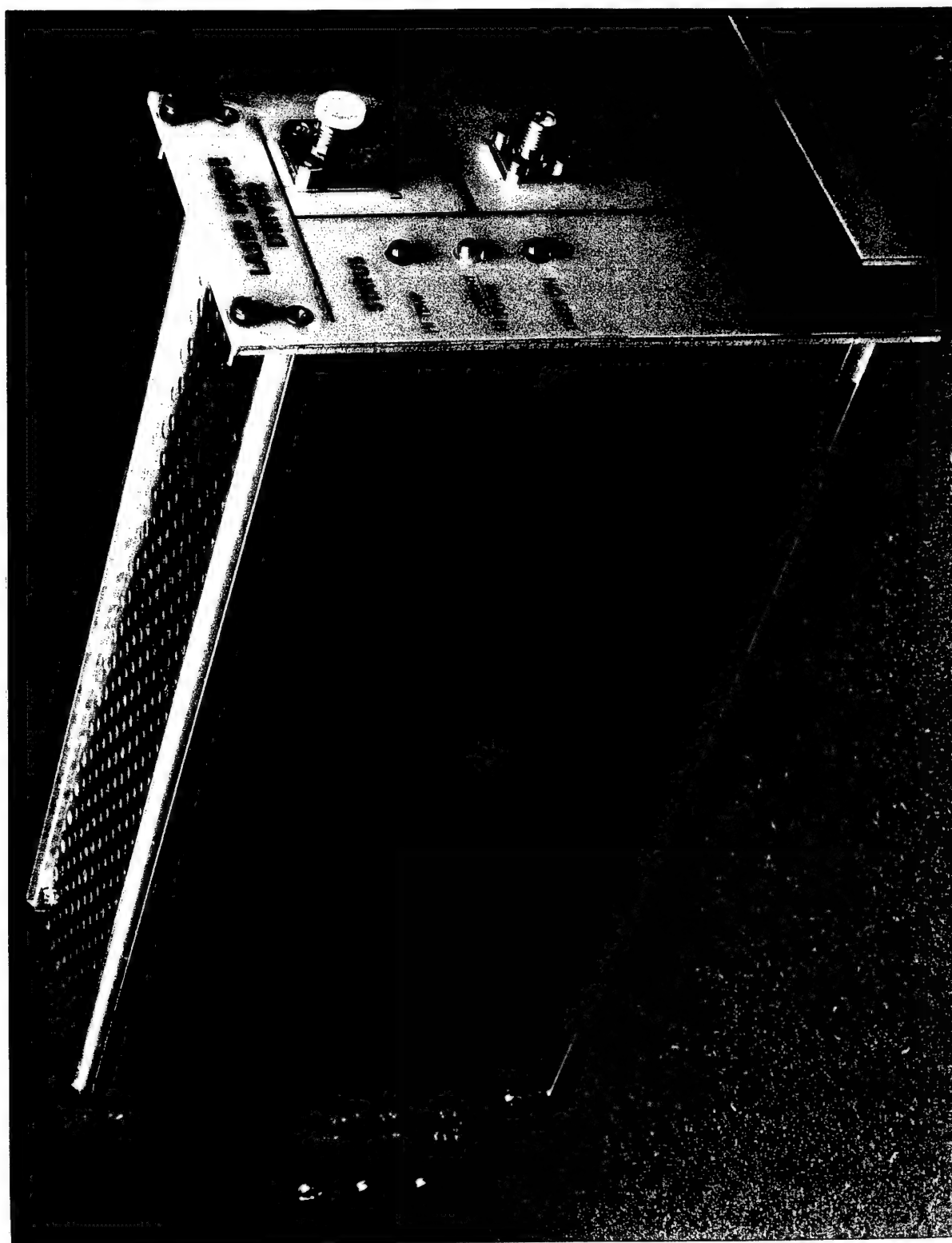


Figure 3 Photo montrant une unité esclave.

2.0 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

2.1 Caractéristiques

Contrôle entièrement numérique à l'aide de microcontrôleurs 8 bits, MC68HC11.

- Contrôle du courant d'injection de la diode laser entre 0 - 200 mA \pm 25 μ A.
- Contrôle de puissance optique entre 0 - 40 mW \pm 0.01 mW.
- Contrôle thermique entre 10°C - 35.5°C \pm 0.05°C.
- Contrôle numérique 12 bits sur courant d'alimentation et puissance optique.
- Contrôle numérique 8 bits sur la température.
- Capacité de contrôler jusqu'à 100 lasers par contrôleur maître.
- Mémoire RAM non-volatile gardant les données lors de mise hors tension.
- Possibilité d'utiliser une source de courant externe (pile) pour la diode laser.
- Communication série de type « BUS » isolée optiquement.
- Système conçu pour être installé dans un châssis de 19 pouces.

2.2 Alimentations électriques

Unité esclave 18 à 36Vdc

Unité maître	+8Vdc/300mA ou	+5Vdc/300mA
	-15Vdc/20mA ou	-12Vdc/20mA

3.0 CONFIGURATION DU SYSTÈME

L'ensemble du système est composé de quatre circuits imprimés tel que montré à la figure 2.:

- a) la carte contrôleur maître,
- b) la carte de distribution,
- c) la carte laser et
- d) la carte contrôleur esclave.

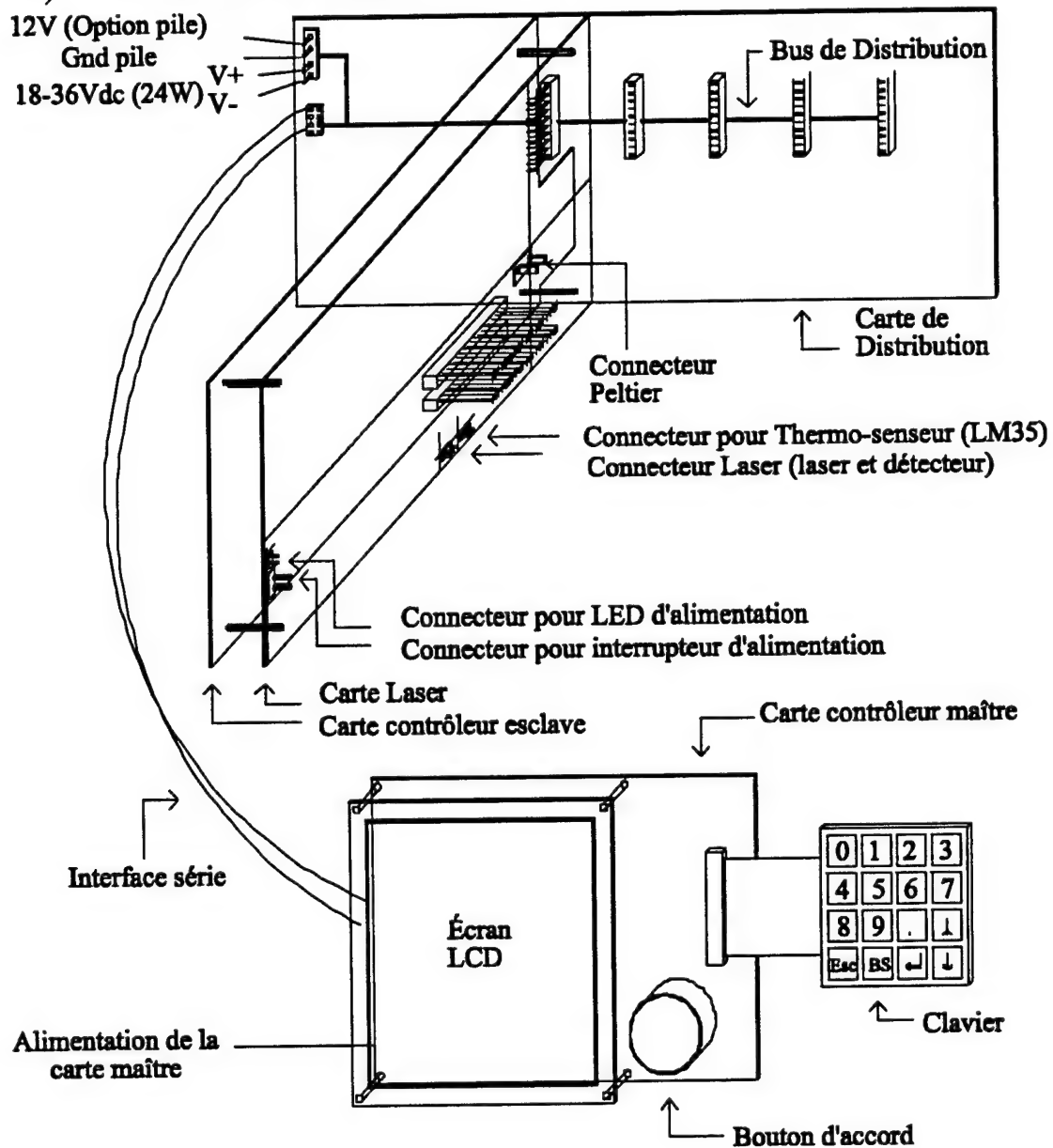


Figure 4 Configuration du système. Les cartes esclave et laser sont reliées au contrôleur maître par la carte de distribution.

3.1 Carte contrôleur maître

Cette carte utilise un microcontrôleur MC68HC11 qui gère un clavier de 16 touches, un écran à cristaux liquides de 16 lignes par 21 colonnes et un encodeur optique. Elle permet l'entrée des données pour chacun des lasers. Les informations sont ensuite acheminées par l'interface série à travers la carte de distribution pour se rendre à chacun des lasers. L'architecture de l'interface série est de type « BUS » ce qui signifie que tous les lasers reçoivent la même information. Une adresse contenue dans le message transmis par le contrôleur maître permet d'identifier le laser auquel le message est destiné.

Le contrôleur maître peut être alimenté de deux façons dépendamment de l'utilisation des régulateurs présents sur la carte. La première méthode (Fig. 5), requiert des alimentations de +8volts/300mA et de -15volts/20mA. Dans ce cas, les régulateurs REG1 et REG2 doivent être présents sur la carte pour ramener les voltages à +5V et -12V.

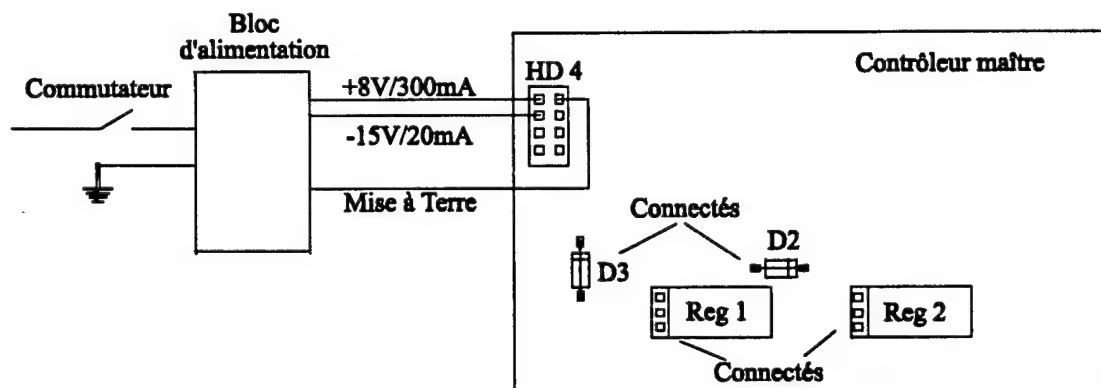


Figure 5 Connexions pour une alimentation de +8V / 300mA et de -15V / 20 mA

La deuxième méthode (Fig. 6) utilise des alimentations de +5volts/300mA et de -12volts/20mA. Dans ce cas, les régulateurs REG1 et REG2 ainsi que les diodes D2 et D3 doivent être court-circuités. Sur le régulateur REG1, il faut court-circuiter les pins 1 et 3 tandis que sur le régulateur REG2, ce sont les pins 2 et 3.

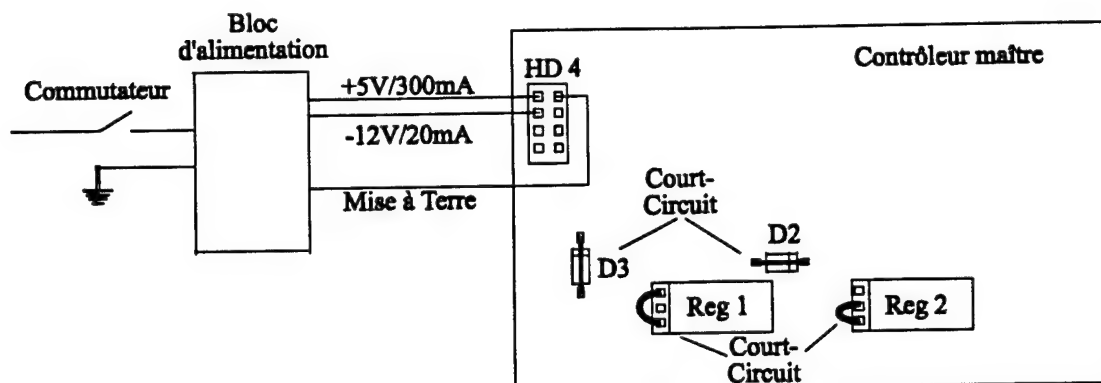


Figure 6 Configuration du système pour une alimentation +5V / 300 mA et -12V / 20 mA.

3.2 Carte de distribution

Cette carte achemine la puissance ainsi que les signaux de l'interface série à chacun des lasers. Sa longueur peut varier selon le nombre de lasers pouvant être disposés dans le même boîtier.

L'alimentation de la carte de distribution, fournissant la puissance nécessaire pour tous les lasers contenus dans le boîtier, se fait à partir d'un connecteur 4 bornes (Fig. 7). Les deux bornes supérieures du connecteur sont utilisées, seulement si les lasers sont alimentés par une pile externe. Les deux bornes inférieures du connecteur sont reliées à une source de tension de 18 à 36Vdc (36Vdc de préférence). Cette source fournit la puissance nécessaire à chacun des convertisseurs DC/DC situés sur les cartes lasers. Chaque unité esclave requiert une puissance maximale de 18 watts répartie comme suit:

Laser éteint, température de la pièce	: 5 W
Période de refroidissement:	: 10 W
Laser (courant maximum)	: 2.4 W

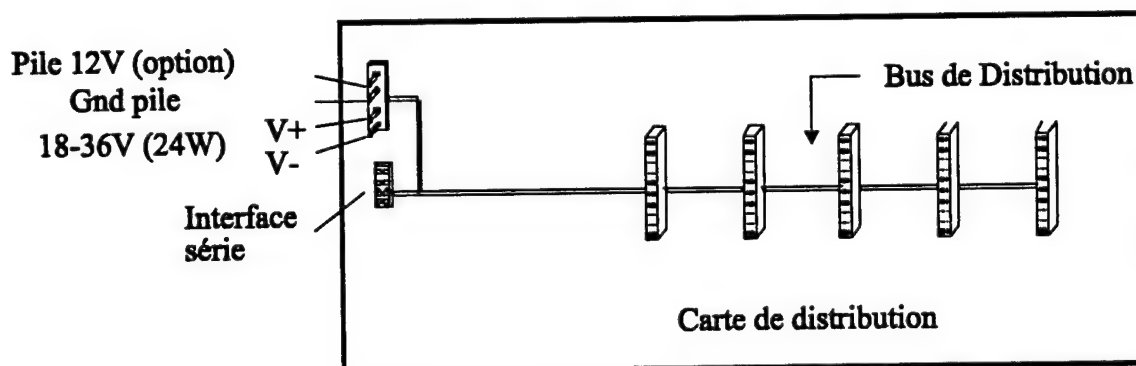


Figure 7 Schéma de la carte de distribution

Il est possible de remplacer la carte de distribution par un câble plat à condition qu'il n'y ait qu'un seul laser branché puisque le câble plat ne peut acheminer un courant élevé. Pour bâtir ce câble, il faut se référer au plan de la carte de distribution et reproduire fidèlement les mêmes connexions. Une mauvaise fabrication du câble plat peut endommager sérieusement le système.

La communication entre le maître et les unités esclaves est également acheminée électriquement par la carte de distribution. Un connecteur à huit broches sert d'interface. Le schéma électrique de la carte de distribution montre les connections.

3.3 Carte laser

La carte laser regroupe un convertisseur DC/DC générant les tensions requises par la carte contrôleur esclave. Un espace est également disponible pour inclure le bloc laser (laser et élément thermique (Peltier)) pour permettre une opération intégrée du laser.

Le convertisseur DC/DC prend sa puissance de la carte esclave à travers deux connecteurs 40 broches. Il génère ensuite les tensions +12, -12, +5 et -5 qui sont réacheminées à la carte esclave à travers le même connecteur. La carte laser est également pourvue de connecteurs permettant le raccordement direct du laser, du photo-détecteur, de l'élément Peltier et du senseur thermique. Des points de test situés sur la carte laser, permettent de vérifier les tensions +12, -12, +5 et -5 volts du convertisseur DC/DC à des fins de dépannage. Notez que sur la carte laser, les masses pour les sorties +12/-12 et +5/-5 du convertisseur DC/DC ne sont pas reliées. Il y a un point de test pour la masse de la section +12/-12 et un autre pour la masse de la section +5/-5. Par contre, sur la carte contrôleur-esclave, ces masses sont reliées ensemble.

Deux cavaliers sont montés sur la carte laser (JP101 et JP102). Ces cavaliers permettent respectivement d'échantillonner le courant dans le laser et le photo-détecteur en branchant un ampèremètre à la place du cavalier. En opération normale, chaque cavalier doit être branché.

Cavaliers JP101 et JP102	
Cavalier	Fonction
JP101	Courant d'injection diode
JP102	Courant du photo-détecteur

En plus des connecteurs pour le laser, le Peltier et le senseur thermique, la carte laser possède un connecteur (HEAD105) pour un voyant lumineux. Ce voyant lumineux, sert à indiquer que la carte laser ainsi que la carte contrôleur esclave, sont alimentées. Si aucun interrupteur est utilisé pour ouvrir et fermer l'alimentation, il est important de court-circuiter les bornes du connecteur CON102. Sinon,

les cartes ne seront pas alimentées.

Branchement des connecteurs	
Connecteur	Fonction
CON101	Raccord de l'élément thermique « Peltier »
HEAD103	Raccord de la diode laser
HEAD104	Raccord du LM35
HEAD105	Voyant lumineux « Power On »

3.4 Carte contrôleur esclave

Cette carte est équipée d'un microcontrôleur MC68HC11, de convertisseurs analogiques / numériques et de transistors de puissance. Elle contrôle le courant d'injection du laser ainsi que l'élément thermique (Peltier) selon l'information reçue de la carte maître. Elle obtient l'information du bloc laser par le photodétecteur et le senseur thermique (LM35).

L'alimentation de la carte contrôleur-esclave provient du convertisseur DC/DC situé sur la carte laser. Il est donc essentiel que la carte laser soit installée pour que le contrôleur-esclave fonctionne. Si des câbles plats doivent être utilisés pour relier la carte esclave à la carte laser, assurez-vous que les câbles soient fabriqués correctement. Une mauvaise fabrication des câbles pourrait entraîner un bris majeur du système.

Avant d'utiliser le laser, il est important de sélectionner son adresse à l'aide des interrupteurs rotatifs SW1 et SW2 situés sur la carte contrôleur esclave. SW1 représente les unités tandis que SW2 représente les dizaines. L'adresse peut varier de 0 à 99 inclusivement.

Interrupteurs		Laser #
SW 2	SW1	
0	0	0
0	1	1
0	2	2
....		
1	2	12
etc...		

Quelques connexions optionnelles peuvent être utilisées sur la carte contrôleur esclave. Le connecteur HEAD2 peut être relié à un interrupteur « RESET » afin de réinitialiser le contrôleur esclave. De plus, les connecteurs HEAD3, HEAD4, HEAD5 doivent être branchés à des voyants lumineux pour indiquer que le laser est allumé et signaler des problèmes de courant, de puissance et de température.

Branchement des connecteurs	
Connecteur	Fonction
HEAD2	Interrupteur de remise à zéro
HEAD3	Voyant lumineux « Laser On »
HEAD4	Voyant lumineux « Hi Current »
HEAD5	Voyant lumineux « Hi Temp »

4.0 PROCÉDURE D'OPÉRATION DU CONTRÔLEUR

4.1 Mise sous tension du contrôleur maître

À la mise sous tension, le contrôleur maître tente de communiquer avec toutes les unités esclaves. Les unités présentes sont enregistrées comme tel et les autres ne seront plus revisitées. Il est possible d'initialiser les unités esclaves à des valeurs par défaut en appuyant sur la touche « . » du clavier à la mise sous tension du contrôleur maître. Cette démarche initialisera tous les lasers aux valeurs suivantes:

• Laser	Hors tension
• Mode	Courant
• Température	25.0°C
• Courant	0 mA
• Puissance	0 mW
• Température maximale	30.0 °C
• Courant maximal	100 mA
• Puissance maximale	30 mW
• Responsivité du détecteur	0.5 A/W

Il est possible d'insérer une nouvelle unité esclave en gardant le contrôleur maître actif. Pour que l'unité esclave soit reconnue par le maître, il faut cependant appuyer cinq fois sur la touche « BS ».

Chaque contrôleur esclave possède des valeurs de contrôle par défaut, qui initialiseront le laser lorsque le contrôleur maître est hors tension ou avant d'être reconnue par le maître. Ces valeurs sont:

- Température du bloc laser 22.7°C
- Laser hors tension

Une fois l'initialisation du contrôleur maître terminée, l'étape suivante est l'acquisition des données de contrôle pour chacun des lasers.

4.2 Acquisition des données de contrôle

Le système opère selon deux modes, le mode **surveillance** et le mode **acquisition de données**. (Figure 8). Aussitôt la communication initiée, le contrôleur maître se place en mode surveillance. Il affiche l'état des lasers détectés et affiche le message « NOT PRESENT » pour les lasers non détectés.

L	CUR/POWER	TEMP	ON
0	0 mA	25.0	N
1	0 mA	25.0	N
2	0 mA	25.0	N
3	NOT PRESENT		
4	NOT PRESENT		
5	NOT PRESENT		
6	NOT PRESENT		
7	NOT PRESENT		
8	NOT PRESENT		
9	NOT PRESENT		
10	NOT PRESENT		
11	NOT PRESENT		
12	NOT PRESENT		
13	NOT PRESENT		

a) Mode surveillance

LASER #	
MODE:	CURRENT
TEMP (°C) :	25.0
POWER (mW) :	0.00
CURRENT (mA) :	0.00
MAX.TEMP. (°C) :	35.5
MAX. CURR. (mA) :	100.00
MAX. POWER. (mW) :	30.00
DET RESP. (A/W) :	0.500
TEMP. READ :	LM35

b) Mode Acquisition

Figure 8 Écran de contrôle

4.2.1 Mode surveillance

En mode surveillance, l'état de quatorze lasers peut-être affiché à la fois. Pour obtenir l'état des autres lasers, on utilise les flèches du clavier pour modifier l'écran. Le numéro du laser correspondant au numéro de la carte esclave, le courant d'injection ou la puissance du laser, la température du bloc laser ainsi que l'état du laser sont affichés sur une même ligne (Figure 8a). Aux lignes correspondant aux unités esclaves non détectées lors de la mise sous tension du contrôleur maître, la mention "NOT PRESENT" est affichée. Le contrôleur maître ne revisitera pas ces unités à moins que la touche "BS" soit appuyée cinq (5) fois consécutives. De plus, si une alarme se déclenche sur une unité esclave (courant, puissance ou température maximum excédés) une mention apparaîtra l'écran. S'il advenait qu'une unité esclave soit débranchée après avoir été identifiée par le contrôleur maître, une mention "DISCONNECTED" apparaîtrait à l'écran. Une valeur de température clignotante indique que la cellule à effet Peltier est polarisée à la valeur maximum de +1A (refroidissement) ou -0.5A (réchauffement).

À partir du mode de surveillance, on peut modifier l'état des lasers. Il s'agit de mettre le curseur sur la ligne correspondant au laser désiré et d'appuyer sur la touche "Enter" (↵). L'état du laser changera alors entre une mise sous tension et une mise hors tension. Le paramètre de la colonne "ON" passera alors de "Y" (laser allumé) à "N" (laser éteint) et le voyant lumineux sur l'unité esclave correspondant changera.

4.2.2 Mode acquisition

Pour modifier les paramètres de contrôle des lasers, on doit passer en mode acquisition. La sélection d'un laser spécifique peut se faire de deux façons. La première façon consiste à positionner le curseur, lorsqu'en mode de surveillance, sur la ligne correspondant au laser désiré et à appuyer sur la touche "Esc". L'écran montrant les paramètres du laser spécifié est alors affiché. Il est également possible, lorsqu'en mode acquisition, de modifier la sélection du laser. en plaçant le curseur dans la case en haut de l'écran et en modifiant le numéro du laser inscrit soit à l'aide du clavier, soit à l'aide du bouton d'accord. L'écran d'acquisition du laser voulu s'affichera après avoir pressé la touche « \downarrow ».

Une brève description de chacune des entrées du mode d'acquisition (Figure 8b) est présentée ici.

- **MODE:**

Cette fonction permet de contrôler le laser soit par le courant d'injection de la diode (**CURRENT**) soit par la puissance optique de sortie (**POWER**). On bascule d'un mode à l'autre à l'aide de la touche « \downarrow ».

- **TEMP (°C):**

Température désirée du bloc laser en celsius. La valeur peut-être modifiée à l'aide du clavier numérique et en pressant la touche « \downarrow » pour valider la donnée ou en se servant du bouton d'accord. Les limites d'entrée sont de 10.0 °C à la valeur spécifiée au paramètre MAX.TEMP (°C).

- **POWER:**

Valeur de puissance optique à laquelle le laser opère lors du contrôle en puissance. La valeur peut-être modifiée à l'aide du clavier numérique et en pressant la touche « \downarrow » pour valider la donnée ou en se servant du bouton d'accord. Les limites d'entrée sont de 0.0 mW à la valeur spécifiée au paramètre MAX.POWER (mW).

- **CURRENT:**

Valeur de courant d'injection de la diode à laquelle le laser opère, lorsqu'en contrôle de courant. La valeur peut-être modifiée à l'aide du clavier numérique et en pressant la touche « \downarrow » pour valider la donnée ou en se servant du bouton d'accord. Les limites d'entrée sont de 0.0 mA à la valeur spécifiée au paramètre MAX.CURRENT (mA).

- **MAX. TEMP: (°C)**

Détermine la température limite que le bloc laser peut atteindre, avant qu'une alarme de haute température soit déclenchée. Les limites d'entrée sont de 0.0 °C à 35.5 °C.

- **MAX. CURRENT: (mA)**

Détermine le courant d'injection maximal du laser, avant qu'une alarme de haut courant soit déclenchée. Les limites d'entrée sont de 0.0 mA à 200 mA.

- **MAX. POWER: (mW)**

Détermine la puissance optique de sortie maximale, avant qu'une alarme de haute puissance soit déclenchée. Les limites d'entrée sont de 0.0 mW à 40.95 mW.

- **DETECT RESP (A/W)**

Indique la responsivité du photo-détecteur en (A/W). Cette valeur peut-être obtenue dans les fiches techniques du fabricant et elle sert au calcul de la conversion de lecture de puissance. Les valeurs limites sont de 0.000 à 4.000 mA.

- **TEMP. READ:**

Cette fonction détermine la source de lecture de température. Pour le moment, seul un capteur thermique de type LM35 peut-être utilisé. Une version future permettra d'utiliser un thermistor.

Pour revenir au mode surveillance utiliser la touche « Esc » ou le mode de surveillance réapparaîtra automatiquement après une minute d'inactivité en mode acquisition.

4.3 Messages d'alarme et voyants lumineux

Chaque contrôleur esclave est conçu pour désactiver le courant d'injection du laser si une des alarmes se déclenche. Dans ce cas, le contrôleur maître affiche aussitôt un message correspondant et met à jour l'état du laser en alarme.

4.3.1 Alarmes déclenchées par le contrôleur esclave:

- **HITEMP**

Indique que la température du bloc laser a dépassé la valeur de **MAX. TEMP.** Le contrôleur esclave place le laser hors fonction, désactive le courant d'injection, désactive le voyant **LASER ON**, désactive l'élément de contrôle thermique (Peltier), active le voyant lumineux **HITEMP** et informe le contrôleur maître. Le contrôleur maître affiche le message clignotant **HITEMP**. Le contrôleur esclave réessayera à environ toutes les deux secondes, de réactiver le contrôle de température automatiquement, sans toutefois, réactiver le courant d'injection. Pour remettre en fonction le laser, on doit sélectionner « Y » pour le laser voulu sous la colonne **ON** à l'écran de surveillance.

- **HICURRENT**

Indique que le courant d'injection de la diode a dépassé la valeur de **MAX. CURRENT**. Cette condition est rencontrée lors du contrôle en puissance. Le contrôleur esclave augmente le courant pour atteindre la puissance désirée mais la limite de courant est atteinte en premier. Le contrôleur esclave place le laser hors fonction, désactive le courant d'injection, désactive le voyant **LASER ON**, active le voyant « **HI CURRENT** » et informe le contrôleur maître. Le contrôleur maître affiche le message clignotant « **HI CURRENT** ». Le laser ne peut être remis en fonction que manuellement.

- **HI POWER**

Indique que la puissance optique de sortie a dépassé la valeur de **MAX. POWER**. Cette

condition est rencontrée lors du contrôle en courant. Le contrôleur esclave augmente le courant pour atteindre le courant désiré mais la limite de puissance est atteinte en premier. Le contrôleur esclave place le laser hors fonction, désactive le courant d'injection, désactive le voyant **LASER ON**, active *et fait clignoter* le voyant « **HI CURRENT** » et informe le contrôleur maître. Le contrôleur maître affiche le message clignotant « **HI POWER** ». Le laser ne peut être remis en fonction que manuellement.

4.3.2 Messages du contrôleur maître:

- **HI TEMP** (clignotant)
Le contrôleur esclave a activé une alarme de haute température.
- **HI CURRENT** (clignotant)
Le contrôleur esclave a activé une alarme de haut courant.
- **HI POWER** (clignotant)
Le contrôleur esclave a activé une alarme de haute puissance.
- **NOT PRESENT**
Le contrôleur maître n'a pas détecté de laser portant ce numéro lors de la mise sous tension.
- **DISCONNECTED**
Un laser qui était préalablement présent a été mis hors tension ou la communication entre le maître et l'unité esclave a été rompue.
- **CONFLICT**
Deux contrôleurs lasers ont leurs interrupteurs rotatifs au même numéro.
- **TEMPÉRATURE QUI CLIGNOTE**
La température d'un laser clignote lorsque la commande d'asservissement de température est maximale. Cette condition arrive lors d'un changement de température de contrôle. Le clignotement cesse lorsque la température se rapproche de la température désirée. Notez que ceci n'est pas un message d'erreur mais plutôt une indication.
- **Initiating Communication...**
Le contrôleur maître initialise la communication avec les contrôleurs esclaves qui sont sous tension.

5.0 PROCÉDURES DE CALIBRATION

5.1 Précautions à prendre avant la calibration

Assurez-vous que toutes les pièces sont installées avant d'entreprendre la calibration.

Afin d'avoir accès aux points de test sur la carte contrôleur esclave, vous aurez probablement à vous munir de deux câbles plats pour disposer la carte laser et la carte contrôleur esclave, côte à côte. Assurez-vous que la surface où les cartes reposent, soit antistatique et pourvue d'une résistance de 1 M Ω reliant la surface à la masse. De plus, munissez-vous d'un bracelet antistatique et reliez-le à la surface.

Note: Les numéros de composantes de 1 à 99 se trouvent sur la carte contrôleur esclave tandis que ceux numérotés de 101 à 199 sont situés sur la carte laser.

Afin d'éviter d'actionner involontairement le laser, retirer le cavalier JP2. Cette mesure coupe l'alimentation du circuit de retard qui alimente la diode laser.

Il n'est pas requis d'alimenter le contrôleur maître pour le moment puisqu'il ne requiert aucune calibration.

5.2 Procédures de calibration pour le contrôleur esclave

5.2.1 Calibration des tensions de référence pour le convertisseur analogique/numérique du MC68HC11

Ces tensions, servent de références pour l'échantillonnage de la température.

- a) Reliez la masse du voltmètre à TP102 sur la carte laser.
- b) Ajustez POT1 pour obtenir 3.55Vdc à TP1.
- c) Ajustez POT2 pour obtenir 1.00Vdc à TP2.

5.2.2 Calibration du courant d'alimentation de la diode laser

- a) Placez une diode et une résistance d'environ 3 ohms aux broches 6 et 7 du connecteur 9 broches.
- b) Placez un ampèremètre de précision en série avec la résistance.
- c) Mettez l'ensemble contrôleur sous tension
- d) Avec le laser hors tension, ajustez POT4 (ZÉRO ADJUST CURRENT OUTPUT) pour une lecture de 0Vdc sur TP9.
- e) Passez en mode acquisition et assurez-vous que les paramètres suivants sont:

LASER # 0	
MODE:	CURRENT
TEMP (°C):	25.0
POWER (mW):	0
CURRENT (mA):	100.0
MAX.TEMP. (°C):	30.0
MAX. CURR. (mA):	100.00
MAX. POWER. (mW):	30.00
DETEC. RESP (A/W):	0.500
TEMP. READ:	LM35

- f) Revenez à l'écran de surveillance
- g) Activer le laser.
- h) Ajustez POT3 (GAIN ADJUST CURRENT OUTPUT) pour une lecture de courant de 100 mA sur le multimètre. Ceci devrait donner une tension d'environ 1Vdc à TP8.
- i) Ajustez le POT 6 pour obtenir une lecture de 100 mA à l'écran de surveillance.

5.2.3 Calibration du circuit de lecture de puissance

- a) Déconnectez les broches 7 et 8 du connecteur 9 broches et ajustez POT5 (ZÉRO ADJUST POWER OUTPUT READING) pour une lecture de 0.00Vdc à U17-pin 14.
- b) Placez une résistance variable de 5k Ω et un ampèremètre en série entre les broches 7 et 8 du connecteur 9 broches.
- c) Ajustez la résistance variable pour une lecture 2.00 mA sur l'ampèremètre.
- d) Ajustez POT7 et POT8 (GAIN ADJUST POWER OUTPUT READING « FINE ») pour obtenir une lecture à l'écran de surveillance de 4 mW. Cette lecture devrait correspondre à 2.00 mA divisé par la valeur entrée au paramètre DETEC. RESP (A/W) de l'écran d'acquisition (normalement 0.500 A/W).

La calibration finale de l'asservissement en puissance se termine en s'assurant d'entrer la valeur adéquate de MAX. DETECT., en fonction des courbes du manufacturier. Vous êtes maintenant prêt à opérer le contrôleur esclave.

6.0 PROTOCOLE DE COMMUNICATION

6.1 Interface

Chacune des cartes contrôleur-esclave est munie d'une interface série permettant de recevoir les informations relatives au laser telles que: sa température, son courant et sa puissance. Chacune des commandes transmises par le contrôleur maître est représentée par un format particulier, composé d'une série de 8 à 12 caractères ascii. Sur réception de l'une de ces commandes, chaque carte contrôleur esclave décode le numéro du laser spécifié dans la chaîne afin de vérifier si le message lui est adressé. Si chacune des cartes possède sa propre adresse, une seule sera affectée par la commande et une seule répondra à la requête par une série de caractères.

Le protocole de communication est 9600 bauds, 8 bits de donnée, 1 bit d'arrêt et aucune parité. Afin de s'interfacer aux cartes contrôleur esclave, il est nécessaire d'utiliser un circuit permettant l'accès de type « BUS ». C'est à dire, que plusieurs cartes partagent les mêmes fils. Chacune des cartes esclaves requiert 4mA en entrée pour faire fonctionner l'opto-coupleur. Ainsi, l'interface peut fonctionner sans problème avec 50 lasers¹.

En réception, la carte contrôleur maître maintient la ligne de communication à 5volts à l'aide d'une résistance de « pull-up » de 560ohms. Les cartes contrôleurs esclaves sont pourvues d'un opto-coupleur 4N26 qui permet d'abaisser la ligne à la masse pour signaler un niveau 0. Le circuit opto-coupleur 4N26 n'est pas très rapide. L'interface ne peut donc pas fonctionner à des vitesses supérieures à 9600 bits/sec.

6.2 Format de communication

Les chaînes à transmettre pour communiquer avec une carte esclave sont les suivantes:

Ajustement de la température:

Commande:

a a W T t t t t F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

tttt: Indique la valeur de la température désirée Variable TempReference.
(0-00FF, 10 à 35.5deg. C)

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W T r r F F CR

rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).

¹Une marge de sécurité de « 2 » doit être respectée, pour contrer les effets du bruit sur la ligne série.

FF: Code de vérification d'erreur FCS.
CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Ajustement de la température maximum:

La température maximum permet de protéger l'élément de Peltier en cas de surchauffe du laser. Si la température du laser dépasse la limite spécifiée, le laser ainsi que l'élément thermique sont automatiquement mis hors tension.

Commande:

a a W H c c c c F F CR
aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).
cccc: Indique la valeur maximum de la température Variable MaxTemp.
(0 à 00FF, 10 à 35.5deg. C).
FF: Code de vérification d'erreur FCS.
CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W H r r F F CR
rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).
FF: Code de vérification d'erreur FCS.
CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Lecture de la température:

Commande:

a a R T F F CR
aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).
FF: Code de vérification d'erreur FCS.
CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

R T r r t t t t F F CR
rr: Code d'information: Variable TempInfo:
00:Aucun problème.
01:Le courant dans le Peltier est au maximum.
02:La température du laser a dépassé la limite MaxTemp, le laser ainsi que le Peltier sont maintenant éteints.
tttt: Température actuelle du laser: Variable TempValue.
(0 à 00FF, 10 à 35.5deg. C).
FF: Code de vérification d'erreur FCS.
CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Ajustement du courant:

L'ajustement du courant place le contrôleur en mode « contrôle de courant ».

Commande:

a a W C c c c c F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

cccc: Indique la valeur du courant Variable CurrentReference.
(0 à 0FFF, 0 à 204.75mA).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W C r r F F CR

rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Ajustement du courant maximum:

La valeur du courant maximum permet d'éviter d'endommager le laser si un bris survient au photo-détecteur lorsque le contrôle est en mode puissance. Ainsi, même si la puissance lue au photo-détecteur ne correspond pas à la puissance désirée, le courant dans le laser n'excédera pas la limite spécifiée.

Commande:

a a W M c c c c F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

cccc: Indique la valeur maximum du courant Variable MaxCurrent.
(0 à 0FFF, 0 à 204.75mA).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W M r r F F CR

rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Lecture du courant:

Commande:

a a R C F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

R C r r c c c c F F CR

rr: Code d'information. Variable: CurrentInfo

00:Aucun problème.

01:Le courant a dépassé la limite MaxCurrent, le laser sera éteint.

cccc: Valeur du courant. Variable: CurrentReference.

(0 à 0FFF, 0 à 204.75mA)

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Ajustement de la puissance:

L'ajustement du courant place le contrôleur en mode « contrôle de puissance ».

Commande:

a a W P p p p p F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

pppp: Indique la valeur de la puissance par rapport au maximum (0 à 0FFF).

Variable PowerReference.

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W P r r F F CR

rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Ajustement de la puissance maximum:

Commande:

a a W D c c c c F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

cccc: Indique la valeur maximum de la puissance (0 à 0FFF).

Variable MaxPower.

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W D r r F F CR

rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Lecture de la puissance:

Commande:

a a R P F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

R P r r p p p p F F CR

rr: Code d'information. Variable PowerInfo

00:Aucun problème.

01:Courant dans le laser a dépassé la limite MaxPower, le laser est maintenant éteint.

pppp: Valeur de la puissance (0 à 0FFF). Variable PowerValue.

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Activation/désactivation du laser (LaserOnOff):

Commande:

a a W O e e e e F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

eeee: Indique l'état du laser (0=OFF, 1=ON).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

W O r r F F CR

rr: Code de réponse (00 si aucune erreur).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Lecture de l'état du laser (ON/OFF):

Cette commande permet de savoir si le contrôleur a éteint le laser pour des raisons telles que la surchauffe du bloc-laser, une puissance trop élevée au photo-détecteur ou un courant dans le laser excédant la limite spécifiée.

Commande:

a a R O F F CR

aa: Indique l'adresse du laser (0 à FF).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Réponse:

R O r r p p p p F F CR

rr: Code d'information, toujours 0.

eeee: Indique l'état du laser (0=OFF, 1=ON).

FF: Code de vérification d'erreur FCS.

CR: Code de retour de chariot (ENTER).

Exemple: "Ajustement de la puissance sur la carte laser 00 à la valeur 4"

Commande: #00WP04F0

FCS = '#' XOR '0' XOR '0' XOR 'W' XOR 'P' XOR '0' XOR '4' XOR 'F' XOR '0'

FCS = 56H

On transmet alors:

0 0 W P 0 4 F 0 5 6 CR

CR est le code de retour de chariot. Code 0D en hexadécimal. Si la carte de contrôleur détecte une erreur dans la chaîne transmise, l'opération ne sera pas exécutée et il n'y aura aucune réponse.

CONCLUSION

Le contrôleur décrit dans le présent rapport permet d'asservir, en température et en courant ou puissance, jusqu'à cent lasers simultanément. L'ensemble est construit autour d'un contrôleur maître qui communique l'information entre l'utilisateur et les contrôleurs esclaves associés à chacun des lasers. Les spécifications du contrôleur sont:

Écart de courant:	0.00 mA à 200.00 mA
Précision:	50 μ A
Stabilité:	20 μ A

Écart de puissance:	0.00 mW à 40.95 mW
Précision:	50 μ W
Stabilité:	20 μ W

Écart de température:	10.0°C à 35.5°C
Précision:	$\pm 0.05^\circ\text{C}$
Stabilité:	$\pm 0.1^\circ\text{C}$

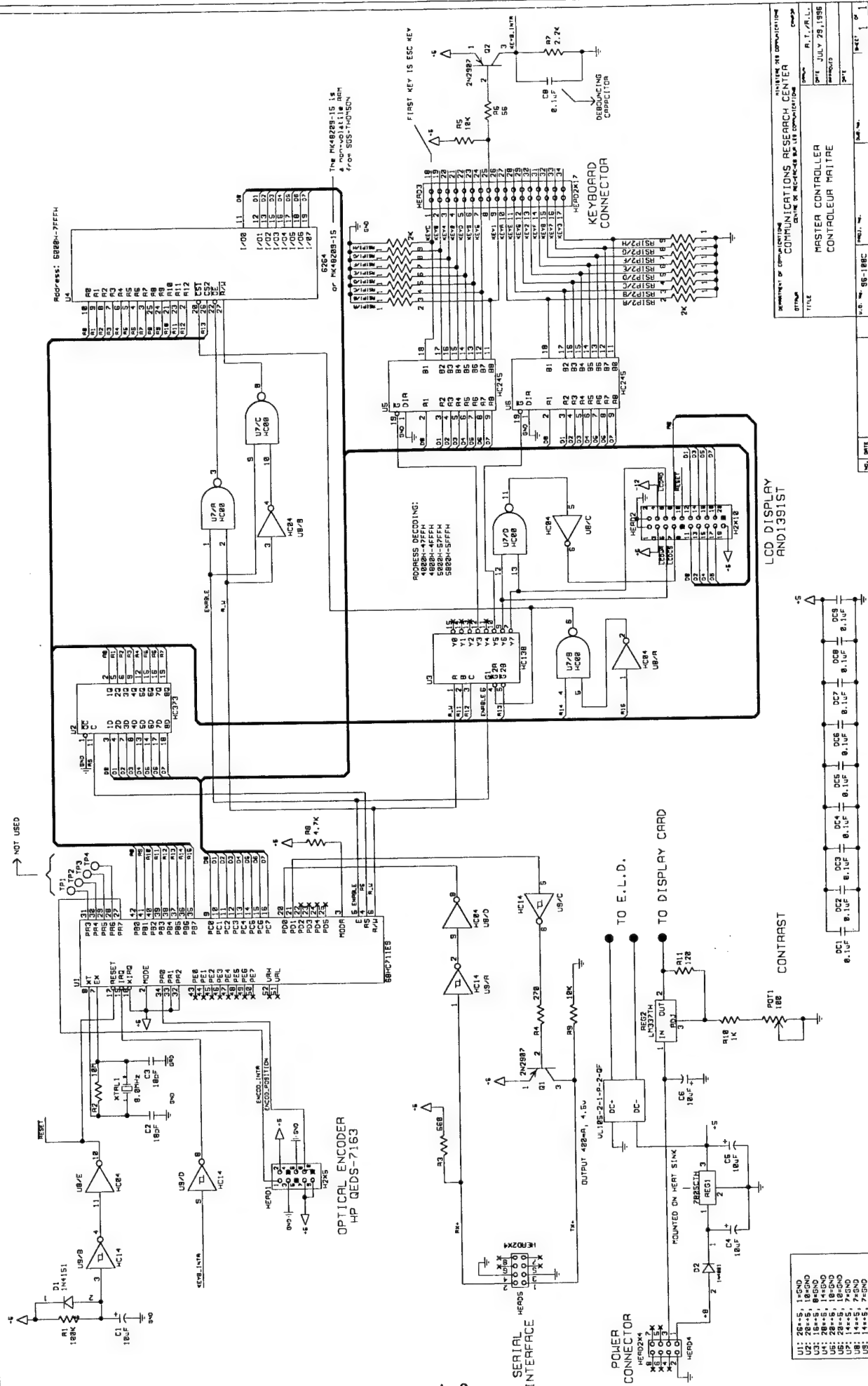
Les contrôles de température et de puissance se font par asservissement numérique tandis que les courants d'injection des diodes lasers sont stabilisés de façon analogique.

ANNEXE A

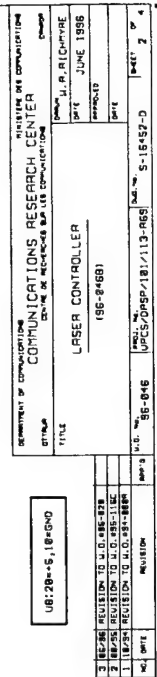
SCHÉMAS DU CONTRÔLEUR

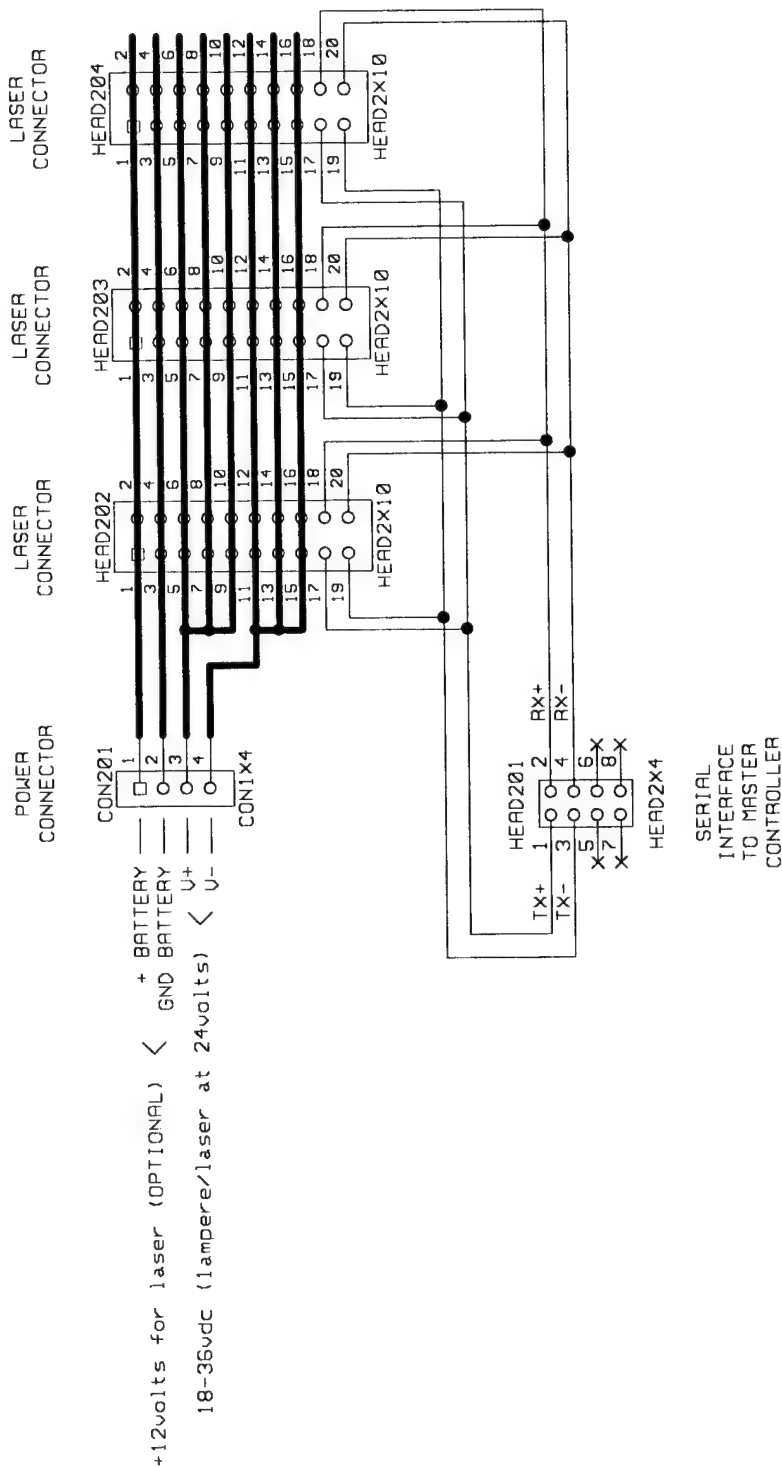
Dans les prochaines pages les schémas électriques du contrôleur sont présentés.

- A.1 Schéma du contrôleur maître
- A.2 Schéma du contrôleur esclave pour un laser de type N (Anode laser - Cathode détecteur communs)
- A.3 Schéma du contrôleur esclave pour un laser de type C (Cathode laser - Cathode détecteur communs)
- A.4 Schéma de la partie contrôle de température du contrôleur esclave.
- A.5 Schéma de la carte laser du module esclave.
- A.6 Schéma de la carte de distribution



COMMUNICATIONS RESEARCH CENTER
 1000 N. 10TH AVE., SUITE 100
 DENVER, CO 80202
 DATE: JULY 28, 1986
 DRAWN BY: J. J. J. J.
 CHECKED BY: J. J. J. J.
 SHEET 1 OF 1





DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS		MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS	
OTTAWA		COMMUNICATIONS RESEARCH CENTER	
TITLE		CENTRE DE RECHERCHES SUR LES COMMUNICATIONS	
U.O. No. 96-108A		DRAJN A.T./R.L.	
DATE		DATE JULY 29, 1996	
NO.		APPROVED	
DATE		DATE	
SHEET 1		OF 1	

ANNEXE B

LISTE DE MATÉRIEL

B.1 Liste de matériel pour le contrôleur maître

- Résistances 1/4watt:
 - R1: 100k
 - R2: 10M
 - R3: 560
 - R4: 270
 - R5, R9: 10k
 - R6: 56
 - R7: 2.2k
 - R8: 4.7k
- Réseaux de résistances à prise commune:
 - RSIP1, RSIP2: 9 x 2K (10 pins)
- Condensateurs tantale avec espacement de 100mils entre les pins:
 - C1, C4, C5, C6, C7: 10uF
 - C8: 0.1uF
- Condensateurs non-polarisés avec espacement de 100mils entre les pins:
 - C2, C3: 18pF (15 à 25pF peut faire)
- Connecteurs de type header avec espacement de 100mils entre les pins:
 - HEAD1: Format 2x5
 - HEAD2: Format 2x10
 - HEAD3: Format 2x17
 - HEAD4: Format 2x4
 - HEAD5: Format 2x4
- Condensateurs de découplage de type CK05:
 - DC1, DC2, DC3, DC4, DC5, DC6, DC7, DC8, DC9: 0.1uF
- Cristal XTAL1 8.0 MHz
- Transistors:
 - Q1, Q2: 2N2907
- Régulateurs:
 - REG1: 7805CT
 - REG2: 7912CT
- Diodes:
 - D1: 1N4151 (ou autre d'usage général)
 - D2, D3: 1N4001 (ou autre d'usage général supportant 1 ampère)

- Circuits intégrés:

U1: 68HC711E9
 U2: 74HC373
 U3: 74HC138
 U4: MK48Z09-15 (Mémoire non-volatile)
 U5, U6: 74HC245
 U7: 74HC00
 U8: 74HC04
 U9: 74HC14
 U10: LM337

- terminaux verticaux (test points)
 TP1, TP2, TP3, TP4

B.2 Liste de matériel pour le contrôleur esclave

- Résistances 1/4watt:

R1, R13, R37:	100k	1%
R2:	10M	5%
R3, R28, R31, R46, R49, R50:	1k	
R4:	5.6k	
R5:	270	
R6, R7, R9, R10, R14, R20, R22, R25, R26, R27, R29, R30, R32, R33, R34, R35, R36, R38, R39, R40, R43, R44, R51, R52, R53, R60, R61, R62, R63:	10k	
R8:	392	1%
R15, R16:	5k	
R17, R18, R19:	220	
R21:	39k	
R23:	8.2k	
R29:	1M	
R41, R45:	50	1%
R64:	4.7k	
R47, R48	1.5k	

- Résistances 1/2watt:

R11, R12, R24:	1 (1%) Film resistors
R42:	5.6

-Potentiomètres miniatures (trimpots)

POT1, POT2, POT5:	20k	10 tours
POT4:	50k	10 tours
POT3, POT6, POT8:	10k	10 tours
POT7:	1k	10 tours

- Réseaux de résistances à prise commune:

RSIP1:	9 x 4.7K (10 pins)
--------	--------------------

- Condensateurs tantale avec espacement de 100mils entre les pins:

C1, C10, C18, C19, C20, C21:	10uF
C11, C25:	47uF
C16, C17:	22 μ F
- Condensateurs non-polarisés avec espacement de 100mils entre les pins:

C2, C3:	18pF (15 à 25pF peut faire)
C4:	470 μ F
C12:	25pF
- Condensateurs non-polarisés avec espacement de 200mils entre les pins:

C5, C8:	1 μ F
C7:	0.047 μ F
C13:	0.1 μ F
C14:	4.7 μ F
C15:	0.22 μ F
- Condensateurs non-polarisés avec espacement de 400mils entre les pins:

C6:	4.7 μ F
-----	-------------
- Connecteurs de type header avec espacement de 100mils entre les pins:

HEAD1:	Format 2x20
HEAD2:	Format 1x2
HEAD3:	Format 1x2
HEAD4:	Format 1x2
HEAD5:	Format 1x2
HEAD6:	Format 2x20
HEAD7:	Format 2x10
- Connecteurs de type « jumper » avec espacement de 100mils entre les pins:

JP1:	Format 1x3
JP2:	Format 2x3
- Condensateurs de découplage de type CK05:

DC1, DC2, DC3, DC4, DC5, DC6, DC8, DC9-, DC9+, DC10-, DC10+, DC11, DC12, DC13, DC14, DC15-, DC15+, DC16-, DC16+, DC17-, DC17+, DC18- DC19, DC20:	0.1 μ F
---	-------------
- Cristal XTAL1 8.0 MHz
- Transistors:

Q1, Q6:	2N2222
Q2, Q7:	D44C11
Q3:	2N3904
Q4, Q5:	D45C11

- Interrupteurs rotatifs de type OMRON A6A-10R
SW1, SW2

- Fusible 1.5 ampères avec 100 mils entre les pins
F1, F2

- Terminaux verticaux (test points)
TP1 à TP11

- Régulateurs:

REG1:	7805CTV
REG2:	7808CTV
REG3:	LM317TV

- Diodes:

D1, D3:	1N4151 (ou autre d'usage général)
D2:	1N4001 (ou autre d'usage général supportant 1 ampère)
CR1:	(voir sur prototype)

- Circuits intégrés:

U1:	MC68HC711E9
U2:	74HC245
U3:	74HC138
U4:	74HC00
U5:	74HC14
U6:	6N137
U7:	4N26 opto-isolateur
U8, U11,	
U12, U13:	74HC374
U9:	DAC08EP
U10, U16, U17:	TL084
U14:	AD7541AK
U15:	AD574A
U19	CD4066
U20	74LS04

B.3 Liste de matériel pour la carte laser

- Résistances 1/4watt:

R101:	470
R103:	100k

- Résistances 1/2watt:

R102:	6.8
-------	-----

- terminaux verticaux (test points)

TP101, TP102, TP103, TP104, TP105, TP106

- Condensateurs non-polarisés:

C101:	0.1 μ F
C102:	10 μ F
- Connecteurs de type header avec espacement de 100mils entre les pins:

HEAD101:	Format 2x20
HEAD102:	Format 2x20
HEAD103:	Format 1x3
HEAD104:	Format 1x3
HEAD105:	Format 1x2
- Connecteurs de type « jumper » avec espacement de 100mils entre les pins:

JP101:	Format 1x1
JP102:	Format 1x2
- Connecteurs de type « CON » avec espacement de 100mils entre les pins:

CON101:	Format 1x2
CON102:	Format 1x2
- Circuits intégrés:

U101:	N25Q2405-12 (Convertisseur DC/DC)
U102:	74HC14

B.4 Liste de matériel pour la carte de distribution

- Connecteurs de type header avec espacement de 100mils entre les pins:

HEAD201:	Format 2x4
HEAD202:	Format 2x10
HEAD203:	Format 2x10
HEAD204:	Format 2x10
- Connecteurs de type « CON » avec espacement de 100mils entre les pins:

CON201:	Format 1x4
---------	------------

SECURITY CLASSIFICATION OF FORM
(highest classification of Title, Abstract, Keywords)

DOCUMENT CONTROL DATA

(Security classification of title, body of abstract and indexing annotation must be entered when the overall document is classified)

1. ORIGINATOR (the name and address of the organization preparing the document. Organizations for whom the document was prepared, e.g. Establishment sponsoring a contractor's report, or tasking agency, are entered in section 8.) CENTRE DE RECHERCHES SUR LES COMMUNICATIONS 3701, AVENUE CARLING OTTAWA, ON		2. SECURITY CLASSIFICATION (overall security classification of the document including special warning terms if applicable) NON-CLASSIFIE	
3. TITLE (the complete document title as indicated on the title page. Its classification should be indicated by the appropriate abbreviation (S,C or U) in parentheses after the title.) (NC) CONTROLEUR NUMERIQUE A CANAUX MULTIPLES POUR DIODES LASERS			
4. AUTHORS (Last name, first name, middle initial) BELISLE, CLAUDE LAPOINTE, REJEAN OLDHAM, JOHN TANGUAY, ANDRE			
5. DATE OF PUBLICATION (month and year of publication of document) NOVEMBRE 96	6a. NO. OF PAGES (total containing information. Include Annexes, Appendices, etc.) 47	6b. NO. OF REFS (total cited in document) 0	
7. DESCRIPTIVE NOTES (the category of the document, e.g. technical report, technical note or memorandum. If appropriate, enter the type of report, e.g. interim, progress, summary, annual or final. Give the inclusive dates when a specific reporting period is covered.) RAPPORT DU CRC			
8. SPONSORING ACTIVITY (the name of the department project office or laboratory sponsoring the research and development. Include the address.) CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DEFENSE OTTAWA 3701 CARLING AVE., OTTAWA, ONTARIO K1A 0K2			
9a. PROJECT OR GRANT NO. (if appropriate, the applicable research and development project or grant number under which the document was written. Please specify whether project or grant)		9b. CONTRACT NO. (if appropriate, the applicable number under which the document was written)	
10a. ORIGINATOR'S DOCUMENT NUMBER (the official document number by which the document is identified by the originating activity. This number must be unique to this document.) RAPPORT DU CRC 96-009		10b. OTHER DOCUMENT NOS. (Any other numbers which may be assigned this document either by the originator or by the sponsor) DRP 97-302	
11. DOCUMENT AVAILABILITY (any limitations on further dissemination of the document, other than those imposed by security classification) (X) Unlimited distribution () Distribution limited to defence departments and defence contractors; further distribution only as approved () Distribution limited to defence departments and Canadian defence contractors; further distribution only as approved () Distribution limited to government departments and agencies; further distribution only as approved () Distribution limited to defence departments; further distribution only as approved () Other (please specify):			
12. DOCUMENT ANNOUNCEMENT (any limitation to the bibliographic announcement of this document. This will normally correspond to the Document Availability (11). However, where further distribution (beyond the audience specified in 11) is possible, a wider announcement audience may be selected.) SANS LIMITE			

13. ABSTRACT (a brief and factual summary of the document. It may also appear elsewhere in the body of the document itself. It is highly desirable that the abstract of classified documents be unclassified. Each paragraph of the abstract shall begin with an indication of the security classification of the information in the paragraph (unless the document itself is unclassified) represented as (S), (C), or (U). It is not necessary to include here abstracts in both official languages unless the text is bilingual).

LE PRÉSENT RAPPORT CONSTITUE LE MANUEL D'OPÉRATION DU CONTRÔLEUR NUMÉRIQUE POUR DIODES LASERS, CONÇU ET FABRIQUÉ AU C.R.C. CE RAPPORT DÉCRIT À LA FOIS LA PARTIE HARDWARE ET LA PARTIE SOFTWARE DU CONTRÔLEUR. LE CONTRÔLEUR PERMET D'ASSERVIR, EN TEMPÉRATURE ET EN COURANT OU PUISSANCE, JUSQU'À CENT LASERS SIMULTANÉMENT. L'ENSEMBLE EST CONSTRUIT AUTOUR D'UN CONTRÔLEUR MAÎTRE QUI COMMUNIQUE L'INFORMATION ENTRE L'UTILISATEUR ET LES CONTRÔLEURS ESCLAVES ASSOCIÉS À CHACUN DES LASERS. UN ÉCRAN À CRISTAUX LIQUIDES, UN CLAVIER AINSI QU'UN BOUTON ROTATIF SERVENT D'INTERFACE ENTRE L'UTILISATEUR ET LE CONTRÔLEUR. DES MICROCONTRÔLEURS MC68HC11 DE MOTOROLA SONT UTILISÉS SUR LA CARTE MAÎTRE ET LES CARTES ESCLAVES. LE CONTRÔLE DU COURANT SE FAIT PAR PAS DE 50 MA DE 0 À 200.00 MA AVEC UNE STABILITÉ DE 20 MA. LE CONTRÔLE DE PUISSANCE SE FAIT PAR PAS DE 50 MW AVEC UNE STABILITÉ DE 20 MW DE 0 À 40.95 MW. LA TEMPÉRATURE DU BLOC LASER PEUT ÊTRE CONTRÔLÉE DE 10.0°C À 35.5°C AVEC UNE PRÉCISION DE 0.05°C ET UNE STABILITÉ DE $\pm 0.1^\circ\text{C}$.

IN THIS REPORT, THE OPERATION OF THE MULTI-CHANNEL LASER DIODE DIGITAL CONTROLLER, DESIGNED AND FABRICATED AT CRC IS PRESENTED. THE HARDWARE AND SOFTWARE PORTION IS DESCRIBED. THE UNIT CAN CONTROL UP TO 100 LASERS IN TEMPERATURE, CURRENT OR POWER. THE CONTROLLER IS DESIGNED AROUND A MASTER-SLAVE CONCEPT. THE MASTER IS RESPONSIBLE FOR THE INTERFACE BETWEEN THE USER AND THE SLAVE UNITS WHICH CONTROL THE INDIVIDUAL LASERS. A LIQUID CRYSTAL DISPLAY, A KEYPAD AND A ROTARY KNOB PROVIDE THE USER-MACHINE INTERFACE. MC68HC11 MICROCONTROLLERS ARE USED IN BOTH THE MASTER AND SLAVE UNITS. THE CURRENT CAN BE CONTROLLED FROM 0 TO 200 MA IN STEPS OF 50 MA WITH A STABILITY OF 20 MA. THE POWER RANGE IS FROM 0 TO 40.95 MW IN STEPS OF 50 MW AND A STABILITY OF 20 MW. THE TEMPERATURE CAN BE SET FROM 10 TO 35.5°C IN STEPS OF $\pm 0.05^\circ\text{C}$ WITH A STABILITY OF $\pm 0.1^\circ\text{C}$.

14. KEYWORDS, DESCRIPTORS or IDENTIFIERS (technically meaningful terms or short phrases that characterize a document and could be helpful in cataloguing the document. They should be selected so that no security classification is required. Identifiers, such as equipment model designation, trade name, military project code name, geographic location may also be included. If possible keywords should be selected from a published thesaurus. e.g. Thesaurus of Engineering and Scientific Terms (TEST) and that thesaurus-identified. If it is not possible to select indexing terms which are Unclassified, the classification of each should be indicated as with the title.)

- DIODES LASERS
- LASERS
- CONTRÔLEUR
- DIGITAL CONTROLLER
- TEMPERATURE CONTROL
- CURRENT CONTROL